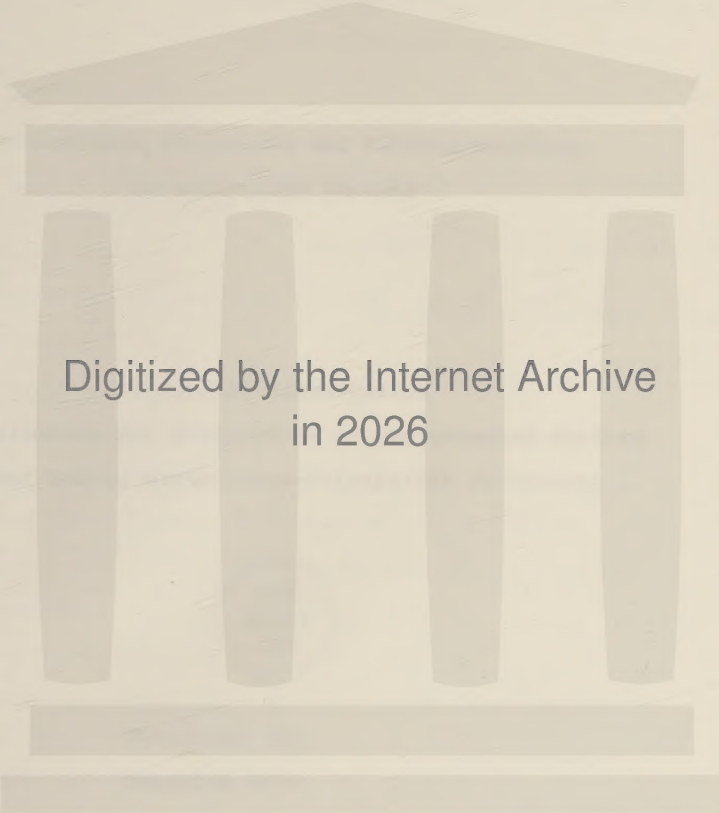


**Röntgenologische Bestimmung der Patella-Stellung
am wachsenden Skelett**

Matthias Kolb

1977



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität München

Direktor: Prof.Dr.A.N. Witt

Röntgenologische Bestimmung der Patella-Stellung
am wachsenden Skelett

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München



vorgelegt von

Matthias Kolb

aus

Lenggries

Jahr

1977

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: PD Dr.W. Gördes

Mitberichterstatter: Prof.Dr.A.N. Witt

Dekan: Prof.Dr.W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 15.12.1977



Röntgenologische Bestimmung der Patella-Stellung am wachsenden Skelett

	Seite
1. Einleitung	2
Frühzeitige Objektivierung der Patella-Stellung beim Kind und Jugendlichen	
2. Hauptteil	
2.1 Anatomie	5
Anatomische Verhältnisse der Patella, des Liga- mentum patellae und der Tuberositas tibiae am wachsenden Skelett	
2.2 Patientengut	5
Kinder und Jugendliche im Alter von 4-17 Jahren	
2.3 Methode	6
2.3.1 Untersuchung nach der INSALL-SALVATI-Methode	6
2.3.2 Untersuchung an Leichenkniegelenken von Kindern	6
2.3.3 Meßart bei Kindern im Alter von 4-9 Jahren	7
2.3.4 Meßart bei Kindern im Alter von 10-13 Jahren	9
2.3.5 Meßart bei Jugendlichen im Alter von 14-17 Jahren	10
2.4 Ergebnisse	
2.4.1 Patellawachstum	12
2.4.2 Anatomisch-histologische Studien an der Tuberositas tibiae	16
2.4.3 Patellarsehnenwachstum	25
2.4.4 Patella-Sehnenindex	29
3. Diskussion	33
4. Zusammenfassung	47
5. Literaturnachweis	48

1. Einleitung

Die femoropatellare Arthrose ist häufig das Endstadium einer vorausgegangenen Chondropathia und Chondromalacia patellae [HENCHE(16), FÜRMAIER(13), OUTERBRIDGE und DUNLOP(27)]. Ihre Ursachen sind exogener und endogener Natur. Die exogenen Noxen sind überwiegend traumatischer Genese, die entweder direkt oder indirekt eine mechanische Schädigung am Gelenkknorpel verursachen. Die endogene Ätiologie unterteilt sich in die Dysplasie der Patella und der Femurcondylen und in die Fehlstellung der Patella, wobei letztere durch eine Lateralisation und Hochstand imponiert. Auffällig häufig erscheint in dieser Gruppe die Patella alta [ANDERSON(1), BANDI(3), BRATTSTROEM(7), WIBERG(36)] und die meist daraus resultierende Luxation und Subluxation der Patella [DEBRUNNER(11), FÜRMAIER(15), HENKE(17), HUGHSTON(18), LOFF und FRIEDEBOLD(24), OUTERBRIDGE(25,26), RÜTT(30)]. Die veränderte Biomechanik des Femoropatellargelenks bei einer bestehenden Patella alta führt schon im frühen Lebensalter zu druckbedingten Veränderungen, die einen Gelenkknorpelverschleiß zur Folge haben. Dieser kann von verminderter Knorpel elastizität über spalt- und lappenförmige Eröffnung der Knorpeloberfläche bis hin zu Knorpeldefekten reichen [BANDI(2), COTTA und PUHL(10), FICAT(12)].

Darüber hinaus kommt es besonders im jugendlichen Alter zu spontanen, ohne traumatische Einwirkungen, bedingten Patella-luxationen, seien sie habituell oder rezidivierend. Im allgemeinen treten diese durchschnittlich im 15. Lebensjahr, also noch vor dem Wachstumsabschluß auf. Die Ursachen der Patella alta, die durch eine Verlängerung des Ligamentum patellae imponiert, sind bislang noch nicht bekannt.

Neben der klinischen, sehr subjektiven, Diagnose der Patella alta wurde früher im allgemeinen die röntgenologische Methode nach BOON-ITT (6) und BLUMENSAAT (5) herangezogen. BOON-ITT entwickelte ein geometrisches System mit dessen Hilfe er einen Lageindex für die verschiedenen Beugegrade angeben konnte. Für den täglichen Gebrauch ist diese Methode jedoch zu umständlich und zeitraubend. Eine einfachere Methode fand BLUMENSAAT, bei der ein seitliches Röntgenbild von einem 30° gebeugten Knie angefertigt wird. Der distale Patellapol soll hierbei auf einer interkondylären Verbindungslinie liegen, die durch die Korktis am Grunde der fossa intercondylaris zustande kommt und sich als Knochenversichtungsline darstellt (= BLUMENSAAT-Linie). Diese Methode erwies sich in der Durchführung recht schwierig und ungenau, da immer 30° Beugung des Kniegelenks gefordert werden SMILLIE(33) . Auch die modifizierte BLUMENSAAT-Methode von BANDI (2), BRATTSTRÖM (8), JACOBSEN und BERTHEUSSEN (21) und LAURIN und LABELLE (23) erscheinen für die Messung nicht brauchbar.

Die heutige gängige Methode nach INSALL und SALVATI (19) ermöglicht rasch und zuverlässig röntgenologisch die Lage der Patella zu bestimmen. Anhand eines seitlichen Röntgenbildes, das bei einer Kniebeugung von $20 - 70^{\circ}$ angefertigt wird, wird der längste Durchmesser der Patella im Verhältnis zur Patellarsehnenlänge gesetzt. Der normale Index beträgt $1,1 \pm 0,2$.

Diese röntgenologische Methode zur Bestimmung der Patella alta kann nach Ansicht von INSALL et al. (20) nur bei vollständig verknöchertem Skelett durchgeführt werden. In dieser Arbeit soll versucht werden, die Meßmethode nach INSALL und SALVATI auch auf das wachsende Skelett zu übertragen, da es wegen den oben genannten Gründen notwendig erscheint den Patellahochstand schon im Kindes- und Jugendlichenalter zu objektivieren.

2.1 Anatomie

Die Patella, ein dreieckiger, beim Erwachsenen ein ca. 4,5 cm langer und ebenso breiter Knochen, ist zunächst knorpelig angelegt und verknöchert im 4. - 5. Lebensjahr von einem zentralen Ossifikationskern aus. Die vollständige Verknöcherung ist im 9. Lebensjahr abgeschlossen [v. LANZ, WACHSMUTH (22)]. Das Ligamentum patellae zieht vom distalen Patellapol zur Tuberositas tibiae und besteht aus streng parallel gerichteten kollagenen Fasern, denen sich im jugendlichen Alter elastische Fasern beifügen. Das Ligamentum patellae setzt mittels Sehnenfasern an der Tuberositas tibiae an, welche beim Jugendlichen bis zum 12. und 13. Lebensjahr noch nicht knöchern ausgebildet ist. Zwischen dem 12. und 15. Lebensjahr verknöchert die knorpelig angelegte Tuberositas tibiae vom proximalen Tibiaepiphysenkern oder von einem eigenen Knochenkern aus, der sich dann mit dem Knochen der Tibia vereinigt und somit die Tuberositas vollständig verknöchern läßt.

2.2 Patientengut

Für die Untersuchungen wurden 312 Röntgenbilder von Jugendlichen im Alter von 4 - 17 Jahren herangezogen. Die Röntgenbilder waren streng seitlich, in einem Beugungswinkel des Kniegelenkes von 20° - 70° erstellt worden.

Zur Untersuchung dienten in erster Linie normale unverletzte Kniegelenke oder Gelenke bei denen sichergestellt werden konnte, daß kein krankhafter Prozeß im Bereich der Patella, der Patellarsehne und der Tuberositas tibiae vorlag. Sämtliche

Fälle, bei denen diese Bedingungen nicht erfüllt waren, wurden ausgeschlossen.

Pro Lebensjahr standen durchschnittlich 20 Röntgenbilder zur Verfügung. Das gesamte Bildmaterial wurde in 3 Gruppen eingeteilt, und zwar vom 4. - 9. Lebensjahr, vom 10. - 13. Lebensjahr und vom 14. - 17. Lebensjahr, darüberhinaus die Jungen von den Mädchen unterschieden.

2.3 Methode

- 2.3.1 Für die Untersuchungsmethode der Normalstellung der Patella am Knie des wachsenden Skeletts diente die Messung nach INSALL und SALVATI. An einem 20° - 70° gebeugten Kniegelenk werden mittels einer Schiebelehre der längste Durchmesser der Patella und die Patellarsehnenlänge gemessen und in ein direktes Verhältnis zueinander gesetzt.
- 2.3.2 Neben den röntgenologischen Untersuchungen wurden anatomische Studien und Messungen an Leichenknien von Kindern durchgeführt, da sich die wahre Patellagröße und Länge des Ligamentum patellae röntgenologisch wegen der knorpeligen Anlage der Patella und der Tuberositas tibiae anfangs nicht exakt bestimmen ließen. Die Leichenknie wurden in der Sagitalebene halbiert (Abb. 1a, 1b) und die Tuberositas tibiae herausgelöst. Nach Entkalkung des Knochens wurden mikroskopische Schnittpräparate angefertigt und entsprechend der Gewebsbestandteile mit Hämatoxylin und van Gieson gefärbt. Außerdem wurde ein Nativ-Präparat zur Phasenkontrastmikroskop-Untersuchung erstellt. Darüberhinaus wurde der längste Durchmesser der Patella und die Patellarsehnenlänge direkt gemessen.



Abb. 1a



Abb. 1b

Abb. 1a und 1b: Leichenknie von einem 5-jährigen Mädchen;
in der Sagittalebene halbiert

2.3.3 Untersuchung der 1. Gruppe vom 4. - 9. Lebensjahr

In diesem Lebensabschnitt wird der längste Längsdurchmesser des zentralen Ossifikationskernes (PAKnL) und der Längsdurchmesser des Knorpels (PAKpL) der Patella gemessen. Vom Längsdurchmesser der knorpeligen Patella wird der Längsdurchmesser des Ossifikationskernes subtrahiert und dabei der Wert 2 erhalten. (Tab. 1, 2, 3)

Zur Bestimmung der Länge der Patellarsehne (PASL) wird die Strecke gemessen, die sich im Röntgenbild vom unteren Pol des Epiphyseknorpelkerns zum proximalen Ausläufer der Compactafasern der Tibia ergibt. Diese Strecke entspricht natürlich nicht der tatsächlichen Patellarsenmenlänge. Auch von dieser Gesamtlänge (PASKnL) wird die ermittelte Knorpeldicke der Tuberositas tibiae - also bezeichnet - abgezogen. Die tatsächliche Patellarsenmenlänge (PASL) ergibt sich aus der Differenz zwischen der angenommenen Patellarsehnenlänge (PASKnL) und der Summe aus ϵ und δ , den Knorpelstrecken an der distalen Patella und der Tuberositas tibiae. Die einzelnen Werte finden sich in den Tabellen 3, 5, 7.

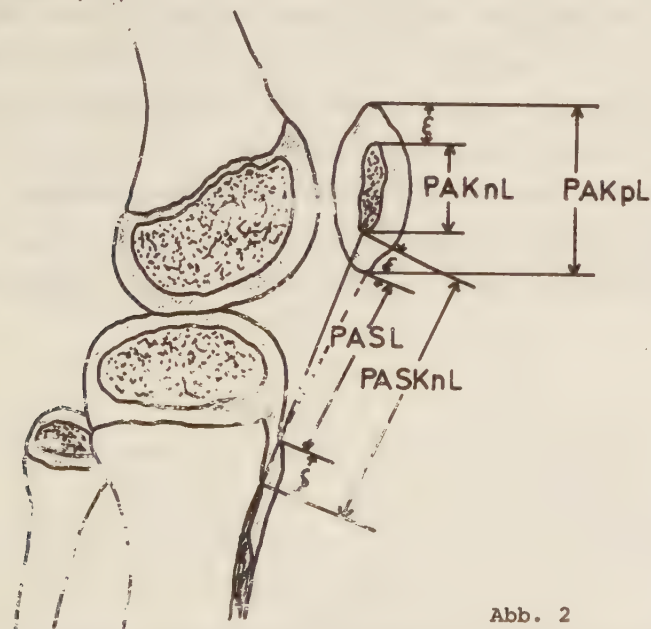


Abb. 2

Bestimmung der Patellahöhe bei Kindern im Alter vom 4.-9.Lj.

PAKnL = Diagonale des Patellaknochenkerns; PAKpL = Diagonale des Patellaknorpels; PASKnL = Patellarsehnenlänge vom distalen Epiphyseknorpelkern zum knöchernen Tub. tibiae; PASL = Patellarsenmenlänge; Faktor = Knorpeldicke distal des Patellaknochenkerns; Faktor = Knorpeldicke der Tub. tibiae

2.3.4 Untersuchung der 2. Gruppe vom 10. - 13. Lebensjahr

Ab dem 10. Lebensjahr entspricht die Patellaform des Jugendlichen der des Erwachsenen. Sie nimmt lediglich an Größe in allen Richtungen zu. Der längste Patelladurchmesser läßt sich exakt am Röntgenbild ermitteln. (Tab. 4)

Die Tuberositas tibiae bildet sich dagegen erst in diesem Lebenszeitraum knöchern aus, meist vom proximalen Tibiaepiphysenkern oder von einem eigenen Ossifikationskern, der sich mit der Tibia vereinigt. Vollständig knöchern ausgebildet ist die Tuberositas tibiae in der Regel im 13. Lebensjahr, es können aber auch Verzögerungen bis zum 15. Lebensjahr vorkommen. Solange kein Ossifikationskern besteht wird die Patellarsehnenlänge (PASL) vom distalen Patellapol zum proximalen Kompactafaserverlauf an der Tibia unter Abzug der Knorpeldicke δ im Tuberositasbereich bestimmt. Bei Vorhandensein eines Knochenkerns wird die direkte Linie vom distalen Patellapol zum Knochenkern gemessen. (Abb. 3). Die Sehnenlänge (PASL) und der Faktor δ sind aus den Tabellen 6 und 7 zu entnehmen.

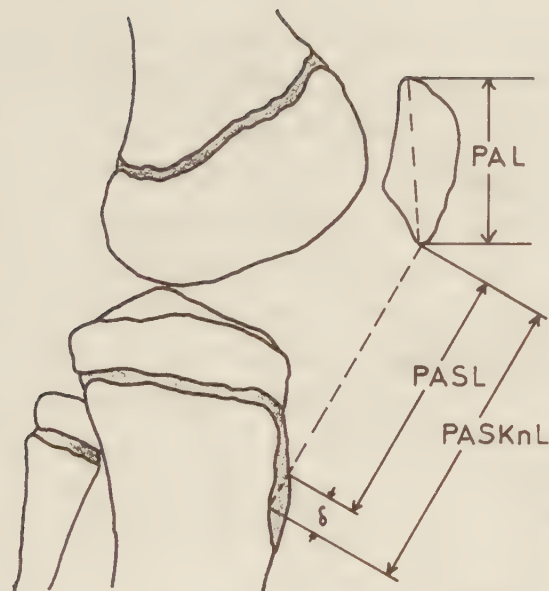


Abb. 3

Bestimmung der Patellahöhe bei Jugendlichen im Alter von 10 - 13 Jahren

PAL = Diagonale der Patella; PASKnL = Patellarsehnenlänge vom distalen Patellaknochenkern zur knöchernen Tuberositas tibiae; PASL = Patellarsehnenlänge; Faktor = Knorpeldicke der Tuberositas tibiae

2.3.5 Untersuchung der 3. Gruppe vom 14. - 17. Lebensjahr

Im allgemeinen ist in dieser Lebensgruppe sowohl die Patella wie auch die Tuberositas tibiae vollständig knöchern ausgebildet. Es läßt sich am Röntgenbild sehr leicht der Patella-längsdurchmesser und die Patellarsehnenlänge direkt ermitteln. (Abb. 4)

Die Länge der Patella und der Patellarsehne finden sich in den Tabellen 4 und 8.

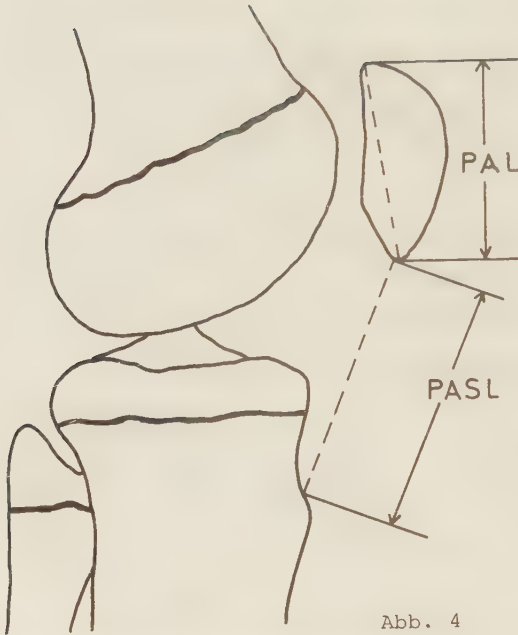


Abb. 4

Bestimmung der Patellahöhe bei Jugendlichen im Alter von
14 - 17 Jahren

PAL = Diagonale der Patella; PASL = Patellarsehnenlänge

2.4 Ergebnisse

2.4.1 In Tabelle 1 und 2 werden die Längsdurchmesser des Ossifikationskernes (PAKnL) und der knorpeligen Patella (PAKpL), vom 4. - 9. Lebensjahr aufgezeigt. Die Jungen und Mädchen werden hierin unterschieden. Die in Tabelle 1 erfaßten Werte zeigen, daß der Ossifikationskern bei den Mädchen schon kurz nach dessen Auftreten im 4. Lebensjahr größer vorliegt und rascher wächst als bei den Jungen. Auch die Gesamtgröße der Patella, die durch den Knorpel bestimmt ist, liegt bei den Mädchen durchwegs höher. Darüber hinaus ist die Verknöcherung der Patella bereits im 8. Lebensjahr bei den Mädchen vollzogen. Die Jungen dagegen erreichen die Verknöcherung der Patella erst im Laufe des 9. Lebensjahres.

Die knorpelig angelegte Patella verknöchert im 3. - 4. Lebensjahr und liegt bei den Knaben im 9. Lebensjahr, bei den Mädchen im 8. Lebensjahr, vollständig knöchern vor.

Entsprechend drückt sich der vorher genannte geschlechtsspezifische Unterschied im Wachstumsverhalten auch in der Knorpeldicke (Faktor ϵ) an der distalen Patella aus.

So erscheint bei den Knaben der Knorpel wegen des kleineren Knochenkernes von Anfang an dicker und verknöchert auch später als bei den Mädchen. Bedingt durch die rasche Verknöcherung der Patella bei den Mädchen, ist die Knorpeldicke ϵ in allen Lebensaltern geringer und ab dem 9. Lebensjahr nicht mehr vorhanden.

Wie schon oben angemerkt, liegt die Patella ab dem 10. Lebens-

jahr bei Mädchen und Jungen knöchern vor. Bis zum 12. Lebensjahr ist die Patella der Mädchen größer, ab dem 13. Lebensjahr dagegen die der Jungen. Besonders auffällig ist die geringe Größenzunahme zwischen dem 11. und 12. Lebensjahr bei den Jungen und ab dem 11. Lebensjahr bei den Mädchen. Sie ist damit erklärbar, daß in diesem Zeitraum das Minimum der allgemeinen Skelettwachstumsgeschwindigkeit liegt. Die danach einsetzende, also im 13. Lebensjahr bei den Knaben und im 10. bei den Mädchen, Wachstumszunahme, die besonders ausgeprägt bei den Knaben erscheint, geht mit dem allgemeinen Wachstum konform.

Die Endgröße der Patella erreichen die Knaben im Alter von 17, die Mädchen von 15 Jahren. Der Abschluß des Patellawachstums fällt mit dem des Längenwachstums des Skeletts zusammen.

Tab.1 Wachstum des Ossifikationskernes(PAKnL) der Patella
vom 4.-9.Lebensjahr in mm

Alter	Gesamt- anzahl d.Fälle	♂	Anzahl d.Fälle	♀	Anzahl d.Fälle	Mittelwert
4	10	10,6 ± 1,2	7	13,8 ± 2,2	3	12,2 ± 2,3
5	15	15,9 ± 2,7	9	19,3 ± 3,6	6	17,6 ± 3,0
6	14	19,1 ± 2,8	9	23,4 ± 2,7	5	21,2 ± 3,7
7	24	20,6 ± 4,7	11	25,6 ± 3,7	13	23,1 ± 4,4
8	20	24,9 ± 3,4	14	29,2 ± 4,3	6	27,1 ± 3,5
9	23	31,9 ± 3,1	16	32,4 ± 3,5	7	32,1 ± 2,1

Tab.2 Wachstum der Patella(PAKpL) vom 4.-9.Lebensjahr in mm

Alter	Gesamt- anzahl d.Fälle	♂	Anzahl d.Fälle	♀	Anzahl d.Fälle	Mittelwert
4	10	26,0 ± 1,2	7	26,7 ± 0,7	3	26,4 ± 1,1
5	15	27,9 ± 1,2	9	28,7 ± 1,6	6	28,3 ± 1,4
6	14	29,5 ± 2,1	9	30,0 ± 1,9	5	29,8 ± 2,0
7	20	30,1 ± 3,0	10	31,0 ± 1,0	10	30,5 ± 2,2
8	13	31,4 ± 1,0	11	31,0 ± 1,0	2	31,2 ± 1,0
9	2	31,5 ± 0,5	2	-----	0	31,5 ± 0,5

Tab.3 Knorpeldicke der Patella distal des Ossifikationskernes
vom 4.-9.Lebensjahr in mm Faktor ϵ (PAKpL-PAKnL=2 ϵ)

Alter	$\epsilon \sigma$	$\epsilon \varphi$	Mittelwert ϵ_s
4	$7,7 \pm 2,1$	$6,5 \pm 2,0$	$7,1 \pm 2,1$
5	$6,0 \pm 1,8$	$4,7 \pm 1,9$	$5,4 \pm 1,8$
6	$5,2 \pm 1,9$	$3,3 \pm 1,5$	$4,3 \pm 1,7$
7	$4,8 \pm 1,2$	$2,7 \pm 0,9$	$3,8 \pm 1,1$
8	$3,2 \pm 0,8$	$0,9 \pm 0,3$	$2,1 \pm 1,2$
9	$0,8 \pm 0,2$	-----	$0,8 \pm 0,2$

Tab.4 Wachstum der Patella(PAL) vom 10.-17.Lebensjahr in mm

Alter	Gesamt- anzahl d.Fälle	σ	Anzahl d.Fälle	φ	Anzahl d.Fälle	Mittelwert
10	20	$33,6 \pm 4,6$	11	$35,3 \pm 3,1$	9	$34,5 \pm 4,0$
11	27	$38,0 \pm 4,0$	12	$40,0 \pm 3,8$	15	$39,0 \pm 4,0$
12	22	$39,0 \pm 2,6$	11	$40,9 \pm 2,7$	11	$40,0 \pm 2,8$
13	26	$44,2 \pm 3,4$	11	$41,9 \pm 2,1$	15	$43,0 \pm 2,9$
14	24	$46,6 \pm 2,9$	10	$42,8 \pm 2,1$	14	$44,7 \pm 3,1$
15	25	$48,5 \pm 3,4$	11	$42,9 \pm 3,2$	14	$45,7 \pm 4,2$
16	33	$49,0 \pm 3,8$	19	$42,9 \pm 2,8$	14	$46,0 \pm 4,6$
17	29	$49,3 \pm 2,5$	11	$43,1 \pm 3,1$	18	$46,2 \pm 4,3$

2.4.2 Zur Bestimmung der Patellarsehnenlänge ist es für diese Arbeit unbedingt notwendig die distale Ansatzstelle des Ligamentum patellae genau zu definieren. Hierbei dienen in erster Linie die anatomisch -mikroskopischen Untersuchungen an der Tuberositas tibiae. Aufgrund der verschiedenen Färbungen und im Polarisations-Mikroskop kann der Sehnenverlauf durch den Knorpel eindeutig festgelegt werden (Abb. 5, 6). Die parallel laufenden kollagenen und elastischen Fasern der Patellarsehne treffen im schrägen Winkel auf den Knorpel auf und teilen sich in einzelne Bündel, ähnlich den Sehnenfasern am Knochen (Abb. 7, 8). Die direkte Verlängerung der Sehne zieht durch den Knorpel in Richtung Korticalis. Die anscheinend regellos verlaufenden kollagenen Fasern haben aber eine gemeinsame Richtung. Wie ein Netzwerk durchsetzen die Fasern die knorpelig angelegte Tuberositas und erreichen letztlich den Knochen, der in diesem Bereich einen strukturellen Faserverlauf aufzeichnet (Abb. 9, 10). Die Korticalisfasern ziehen nach proximal schräg in Sehnenrichtung hin. Hierbei treffen die obersten Ausläufer der kollagenen Fasern der Patellarsehne exakt auf den obersten Faserzug der kompakten Knochenstruktur (Abb. 11). Diese Stelle zeigt sich im Röntgenbild deutlich dar (Abb. 12).

Die anatomischen Gegebenheiten in diesem Bereich werden den funktionellen Bedingungen gerecht, d.h. der größten Zugkraft entsprechend. Die somit gefundenen Bezugspunkte ermöglichen die Patellarsehnenlänge für alle Lebensjahre, in denen die Tuberositas tibiae noch nicht knöchern ausgebildet ist, zu ermitteln.

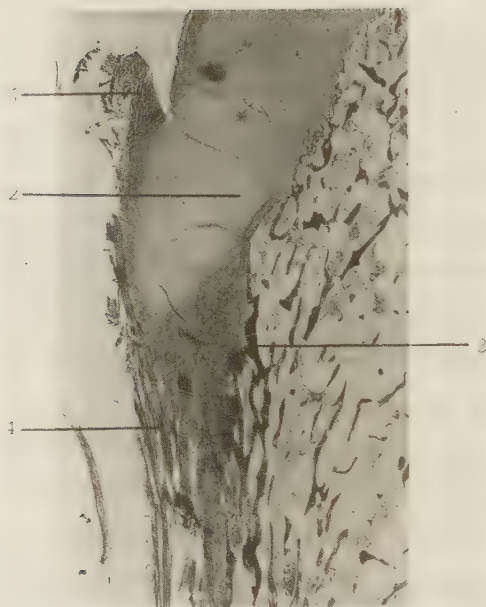


Abb. 5

Mädchen 5 J., Tuberositas tibiae: 1. Ligamentum patellae,
2. Knorpelgrundsubstanz, 3. Lamellärer Knochen,
4. Periost. Hämatoxylin-Eosinfärbung, Obj.10, Ok.10

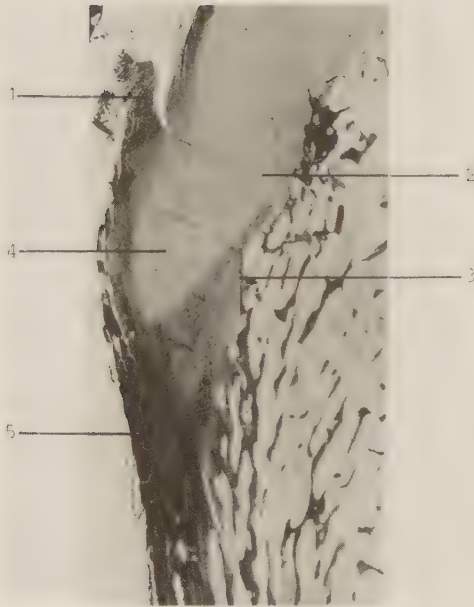


Abb. 6

Mädchen 5J, Tuberositas tibiae: 1. Ligamentum patellae, 2. Knorpelgrunds substanz, 3. Lamellärer Knochen, 4. kollagenes Fasernetzwerk, 5. Periost. van Gieson-Färbung, Obj. 10, Ok. 10.

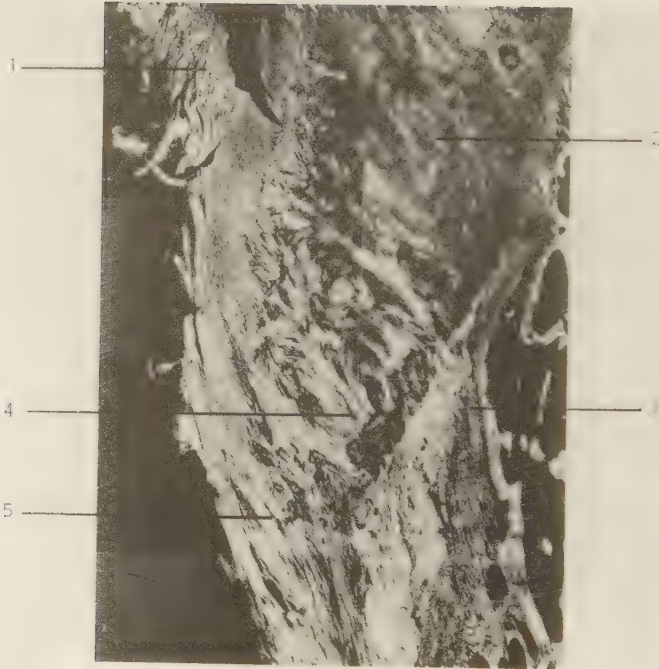


Abb.7

Mädchen 5 J, Tuberositas tibiae: 1.Ligamentum patellae, 2.Knorpelgrundsubstanz, 3.lamellärer Knochen, 4.kollagene Fasern, 5.Periost. Polarisiertes Licht, Obj.25, Ok.10, Photomontage.



Abb. 8

Mädchen 5 J, Tuberositas tibiae: 1. Ligamentum patellae,
2. Knorpelgrundsubstanz 3. lamellärer Knochen, 4. kollagene
Fasern. Ungefärbt. Polarisiertes Licht. Obj. 30, Ok. 10,
Photomontage.

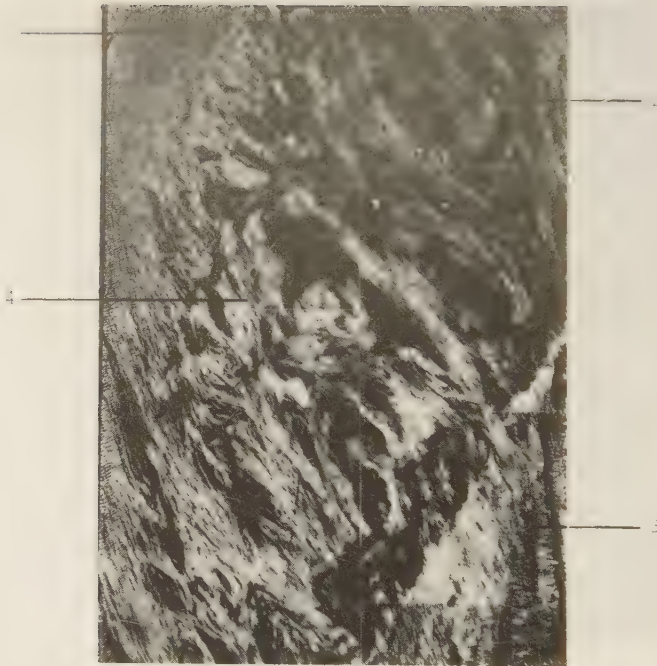


Abb. 9

Mädchen 5 J, Tuberositas tibiae: 1. Ligamentum patellae,
2. Knorpelgrundsubstanz, 3. Knochen, 4. kollagene Sehnen-
fasern, die die Knorpelgrundsubstanz durchdringen.
Ungefärbt. Polarisiertes Licht. Obj. 30, Ok. 10, Photomontage.

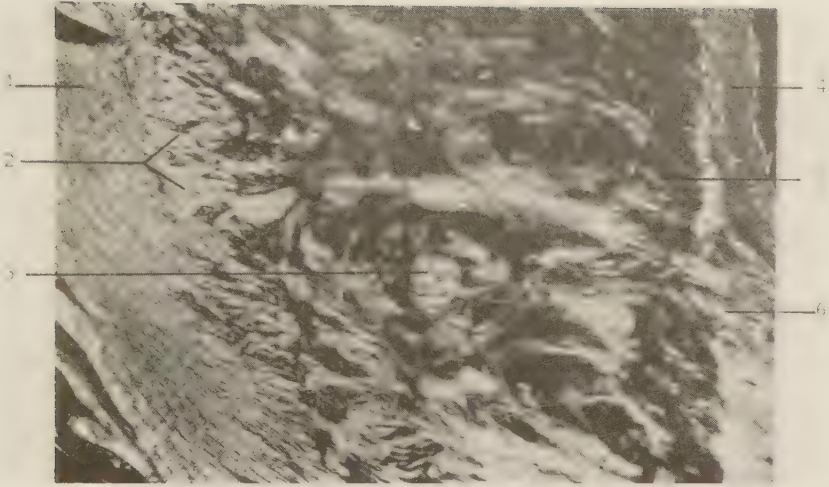


Abb.10

Mädchen 5 J, Tuberositas tibiae: Die Abbildung zeigt besonders deutlich auf, daß sich die am Knorpel einstrahlenden Sehnenfasern aufzweigen und die Knorpelgrundsubstanz durchsetzen. Die verkalkte Knorpelzone ist mit dem lamellären Knochen direkt verwachsen und nach der Zugrichtung der kollagenen Sehnenfasern ausgerichtet.

1.Ligamentum patellae, 2.einstrahlende Sehnenfasern, 3.kollagene Fasern durchziehen den Knorpel, 4.lamellärer Knochen, 5.Sehnenfasern treffen auf die verkalkte Knorpelzone, 6.verkalkte Knorpelzone. Ungefärbt. Polarisiertes Licht, Obj.40, Ok.10

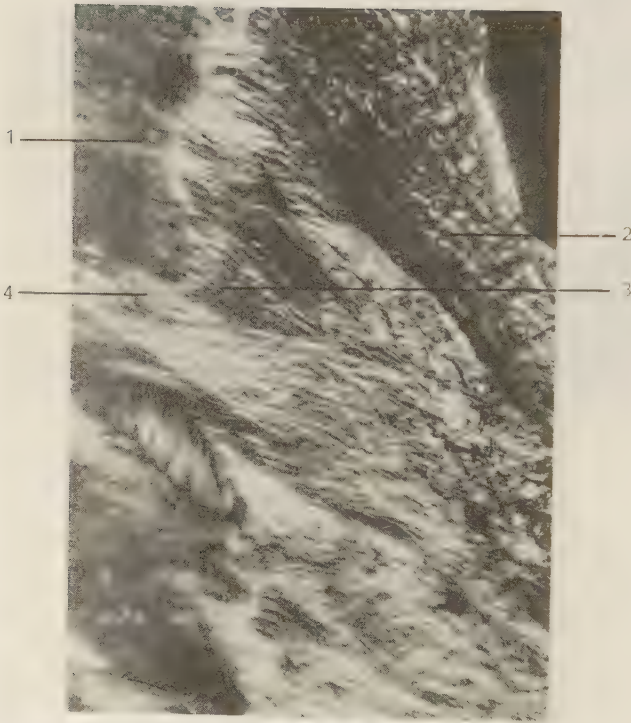


Abb.11

Mädchen 5 J, Tuberositas tibiae: 1.unverkalkter Knorpel, 2.lamellärer Knochen, 3.verkalkte Knorpelzone, 4.kollagene Fasern. Ungefärbt. Polarisiertes Licht. Obj.40, Ok.10, Photomontage.



Abb.12

Mädchen 5 J. Seitliches Röntgenbild. Faserverlauf des kortikalen Knochens in Richtung der Patellarsehne. Proximaler Ausläufer dient als Meßpunkt für die angenommene Patellarsehne (PASKnL)

2.4.3 Die Ergebnisse der Untersuchung an der Patellarsehne sind in den Tabellen 5, 6, 8 zusammengefaßt. Für die Gruppe der 4 - 9 jährigen (Tabelle 5) ergibt sich, daß die Patellarsehnenlänge nahezu konstant zunimmt. Die Sehnenlänge ist bei den Mädchen signifikant größer als bei den Knaben. Die Wachstumsgeschwindigkeit entspricht der des heranwachsenden Skeletts. Tabelle 6 erfaßt die Jugendlichen im Alter von 10 - 13 Jahren. In diesem Zeitraum vollzieht sich bei den Mädchen zwischen dem 10. und 11. Lebensjahr und bei den Jungen zwischen dem 12. und 13. Lebensjahr ein deutlicher Wachstumsschub. Die Patellarsehne ist bei den Knaben ab dem 13. Lebensjahr länger als bei den Mädchen.

Die Patellarsehnenendlänge entspricht bei den Knaben und Mädchen mit dem 17. Lebensjahr der der Erwachsenen, wobei aber die Endlänge annähernd im 14. Lebensjahr erreicht ist.

Tabelle 7 gibt die Knorpeldicke der Tuberositas tibiae vom 4. - 13. Lebensjahr wieder. Die gemessenen Werte ergaben eine konstante Zunahme der Knorpeldicke bis zum 9. Lebensjahr. Ab diesem Zeitpunkt bleibt diese bis zur Verknöcherung konstant. Dickenunterschiede zwischen den Geschlechtern sind nicht signifikant nachzuweisen. Die Verknöcherung setzt bei den Mädchen im 11. Lebensjahr, bei den Knaben im 12. Lebensjahr ein. Dieser zeitliche Unterschied findet auch in der früheren Ausbildung der knöchernen Tuberositas tibiae bei den Mädchen ihren Niederschlag.

Die Tuberositas tibiae liegt
bei den Jungen ab dem 14. Lebens-
jahr, bei den Mädchen ab dem
13. Lebensjahr vor.

Tab.5 Wachstum der Patellarsehne(PASL) vom 4.-9.Lebensjahr in mm

Alter	Gesamt- anzahl d.Fälle	♂	Anzahl d.Fälle	♀	Anzahl d.Fälle	Mittelwert
4	10	26,1 ± 4,2	7	26,8 ± 3,8	3	26,5 ± 4,0
5	15	28,3 ± 3,1	9	29,9 ± 3,0	6	29,1 ± 3,1
6	14	31,4 ± 3,3	9	32,9 ± 3,6	5	32,2 ± 3,5
7	24	33,7 ± 4,1	11	34,7 ± 4,3	13	34,2 ± 4,2
8	20	34,8 ± 3,7	14	36,2 ± 3,2	6	35,5 ± 3,3
9	23	35,5 ± 4,4	15	37,0 ± 4,1	8	36,0 ± 4,3

Tab.6 Wachstum der Patellarsehne(PASL) vom 10.-13.Lebensjahr in mm

Alter	Gesamt- anzahl d.Fälle	♂	Anzahl d.Fälle	♀	Anzahl d.Fälle	Mittelwert
10	17	39,2 ± 3,3	9	40,6 ± 3,3	8	39,9 ± 3,3
11	24	42,1 ± 3,4	13	44,5 ± 5,2	11	43,2 ± 4,4
12	20	44,2 ± 4,1	11	45,4 ± 3,8	9	44,7 ± 3,9
13	28	48,5 ± 5,3	11	46,8 ± 4,3	17	47,6 ± 4,7

Tab.7 Knorpeldicke der Tuberositas tibiae vom 4.-9.Lebensjahr in mm

Faktor δ PASKnL-(PASL+ ϵ)

Alter	$\delta \text{ ♂}$	$\delta \text{ ♀}$	$\delta \text{ s}$
4	$8,0 \pm 1,4$	$9,2 \pm 1,1$	$8,6 \pm 1,2$
5	$9,3 \pm 1,1$	$9,2 \pm 1,4$	$9,2 \pm 1,2$
6	$9,5 \pm 2,0$	$9,4 \pm 2,1$	$9,4 \pm 2,0$
7	$10,0 \pm 1,7$	$10,3 \pm 1,2$	$10,1 \pm 1,4$
8	$11,0 \pm 2,0$	$12,1 \pm 0,9$	$11,5 \pm 1,6$
9	$12,2 \pm 1,4$	$12,3 \pm 1,2$	$12,2 \pm 1,3$
10	$10,8 \pm 2,1$	$11,1 \pm 1,7$	$11,0 \pm 1,9$
11	$12,2 \pm 2,0$	$12,4 \pm 1,8$	$12,3 \pm 1,9$
12	$12,4 \pm 2,2$	$12,5 \pm 1,7$	$12,4 \pm 2,0$
13	$12,4 \pm 2,0$	-----	$12,4 \pm 2,0$

Tab.8 Wachstum der Patellarsehne(PASL) vom 14.-17.Lebensjahr in mm

Alter	Gesamt- anzahl d.Fälle	♂	Anzahl d.Fälle	♀	Anzahl d.Fälle	Mittelwert
14	24	$49,0 \pm 4,0$	10	$47,0 \pm 4,3$	14	$48,0 \pm 4,1$
15	25	$49,2 \pm 3,3$	11	$47,3 \pm 3,5$	14	$48,2 \pm 3,3$
16	33	$49,3 \pm 3,1$	19	$47,4 \pm 3,3$	14	$48,4 \pm 3,2$
17	28	$49,4 \pm 3,1$	10	$47,5 \pm 3,2$	18	$48,4 \pm 3,1$

2.4.4 Wegen der Schwankungsbreite an den einzelnen Kniegelenken

können die ermittelten Meßwerte nicht absolut bewertet werden. Deshalb wird der Patellarlängsdurchmesser in Verhältnis zur Patellarsehnenlänge $PAL : PASL$ gesetzt. Dieser als INSALL-SALVATI-Index bezeichnete Wert ermöglicht es, die Stellung der Patella weitgehend unabhängig von der Stellung des Kniegelenkes festzustellen. Entsprechend den verschiedenen Meßlängen an der Patella und Patellarsehne ergeben sich für die einzelnen Lebensjahre verschiedene Indices.

In Tabelle 9 werden die Indices der Gruppe der 4 - 9 jährigen aufgezeigt. Hierin wird zwischen den Geschlechtern kein Unterschied festgestellt. Auffallend niedrig scheinen in dieser Gruppe die Indexwerte vom 4. - 6. Lebensjahr. Diese würden für einen angedeuteten Patellatiefstand sprechen, aber wegen der hohen Schwankungsbreite kann angenommen werden, daß durch die am Röntgenbild schwer erfaßbaren Bezugspunkte die exakte Messung nicht ganz ermöglicht werden kann.

Für die Tabelle 10 darf wegen der knöchern vorliegenden Patella angenommen werden, daß die ermittelten Werte wesentlich exakter als in der Vorgruppe sind. Die Knaben und Mädchen unterscheiden sich nicht. Die in diesen Zeitraum fallenden Wachstumsschübe betreffen sowohl die Patella als auch die Patellarsehne gleichzeitig, und dementsprechend ist die Patella immer an der selben funktionsgebundenen Stellung am Kniegelenk zu finden.

Tabelle 11 gibt die Patellarindices für die Jugendlichen im

Alter von 14 - 17 Jahren an. In diesem Zeitraum finden sich annähernd die gleichen anatomischen Verhältnisse wie bei den Erwachsenen. Die sehr exakten Werte liegen bei den Jungen niedriger als bei den Mädchen. Daraus kann geschlossen werden, daß die Patella bei den Mädchen etwas höher liegt als bei den Jungen.

E s k a n n f e s t g e s t e l l t w e r d e n ,
d a ß s i c h d e r I N S A L L - S A L V A T I -
I n d e x i m L a u f e d e s K ö r p e r w a c h s -
t u m s n i c h t v e r ä n d e r t .

Tab.9 Patella-Patellarsehnenindex(PAL:PASL) für Kinder

im Alter von 4-9 Jahren

Alter	Gesamt- anzahl d.Fälle	♂	Anzahl d.Fälle	♀	Anzahl d.Fälle	Mittelwert
4	10	1,00 ± 0,31	7	1,00 ± 0,29	3	1,00 ± 0,30
5	15	1,01 ± 0,26	9	1,04 ± 0,29	6	1,03 ± 0,28
6	14	1,06 ± 0,23	9	1,10 ± 0,21	5	1,08 ± 0,22
7	24	1,12 ± 0,17	11	1,12 ± 0,16	13	1,12 ± 0,17
8	20	1,11 ± 0,19	14	1,18 ± 0,15	6	1,15 ± 0,18
9	23	1,11 ± 0,15	15	1,14 ± 0,17	8	1,13 ± 0,16

Tab.10 Patella-Patellarsehnenindex(PAL:PASL) für Jugendliche

im Alter von 10-13 Jahren

Alter	Gesamt- anzahl d.Fälle	♂	Anzahl d.Fälle	♀	Anzahl d.Fälle	Mittelwert
10	17	1,17 ± 0,14	9	1,15 ± 0,13	8	1,16 ± 0,14
11	24	1,11 ± 0,17	13	1,11 ± 0,16	11	1,11 ± 0,16
12	20	1,13 ± 0,13	11	1,11 ± 0,12	9	1,12 ± 0,13
13	28	1,10 ± 0,12	11	1,12 ± 0,11	17	1,11 ± 0,12

Tab.11 Patella-Patellarsehnenindex (PAL:PASL) für Jugendliche
im Alter von 14-17 Jahren

Alter	Gesamt- anzahl d.Fälle	♂	Anzahl d.Fälle	♀	Anzahl d.Fälle	Mittelwert
14	24	$1,05 \pm 0,12$	10	$1,10 \pm 0,12$	14	$1,07 \pm 0,12$
15	25	$1,01 \pm 0,15$	11	$1,10 \pm 0,14$	14	$1,06 \pm 0,14$
16	33	$1,01 \pm 0,14$	19	$1,10 \pm 0,16$	14	$1,05 \pm 0,15$
17	29	$1,00 \pm 0,10$	10	$1,10 \pm 0,13$	18	$1,05 \pm 0,11$

3. Diskussion

Zur Bestimmung der Patellahöhe am wachsenden Skelett wurden Röntgenbilder von Kindern und Jugendlichen im Alter von 4 - 17 Jahren herangezogen, da ab dem 3. bis 5. Lebensjahr die Patella von einem Ossifikationskern aus zu verknöchern beginnt, um dann spätestens nach knöcherner Ausbildung der Tuberositas tibiae, im 12. - 14. Lebensjahr, mit 17 Jahren die gleichen anatomischen Verhältnisse wie Erwachsene zu bieten. Zur Untersuchung standen im Durchschnitt 22 Röntgenbilder pro Lebensjahr zur Verfügung. Da ein ungleiches Größenwachstum infolge der zeitlich verschiedenen Wachstumsphasen bei Jungen und Mädchen erfolgt, wurde nach Geschlechtern getrennt untersucht und gemessen.

Der Untersuchungsmethode liegt die Messung nach INSALL und SALVATI zugrunde, da die übrigen Meßarten nach BLUMENSAAT und dessen Modifizierungen zu ungenau sind und sich durch die strikt geforderte Beugung des Kniegelenkes von 30° , 50° oder 90° für Röntgenaufnahmen in der Praxis nicht schnell und exakt genug einstellen lassen. Es schien deshalb einfacher, Röntgenbilder bei einer Beugung von 20° - 70° zu vermessen. So ist einerseits ein größerer Spielraum gegeben und andererseits die Genauigkeit nicht verfälscht. Bei Streckung des Kniegelenkes über 20° liegt die Patellarsehne nicht angespannt vor. Die wahre Sehnenlänge ließe sich nicht exakt ermitteln. Bei einer Beugung des Knies über 70° liegt die Patellarsehne unmittelbar der Tibia an, ihre Zugrichtung würde zu steil erfolgen und somit die Längenmessung verfälschen.

Die Problematik dieser Untersuchungsmethode liegt in den röntgenologisch schwer faßbaren Bezugspunkten an der Patella und Tibia. Deshalb wurden die Patienten in 3 Gruppen eingeteilt, um den anatomischen Besonderheiten gerecht zu werden. Die erste Gruppe umfaßt Kinder im Alter von 4 - 9 Jahren. In diesem Zeitraum liegt sowohl die Tuberositas tibiae, als auch die Patella mit einem Ossifikationskern knorpelig vor. Es erweist sich deshalb als äußerst vorteilhaft Röntgenbilder anzufertigen, bei denen die Knorpelanteile der Patella und Tibia sichtbar sind, um anhand dieser Aufnahmen die tatsächliche Patellarsehnenlänge ausmessen zu können. Es empfiehlt sich daher, die Röntgenbilder mit folgender Belichtung anzufertigen:

	Bei zarten Kinder	Bei kräftigen Kindern
Milli-Ampere-Sekunden	10 mAs	16 mAs
Kilo-Voltage	55 kV	57 kV
Zeit	6 ms	10 ms
Focus-Abstand	105 cm	105 cm

Die durchgeführten Messungen erfassen die Längsdurchmesser des knorpeligen Anteils der Tuberositas tibiae und der Patella, um wie bereits erwähnt, den PAS : PASL - Index ermitteln zu können. Um auch Röntgenaufnahmen, bei denen die knorpeligen Anteile nicht sichtbar sind, verwerten zu können, werden die knöchernen Bezugspunkte gewählt. Zum längsten Diagonaldurchmesser des Ossifikationskernes der Patella (PAKnL)

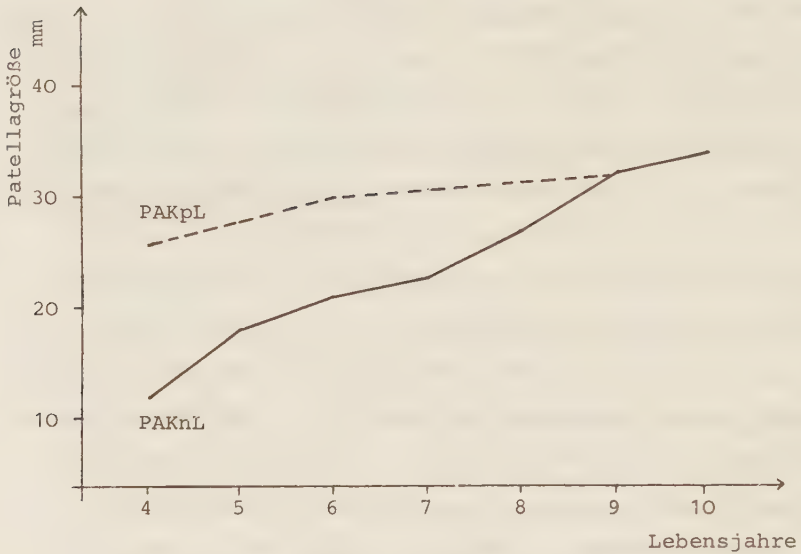
wird der aus der Tabelle 3 ersichtliche Wert 2ϵ hinzugezählt und in Verhältnis zur Patellarsehnenlänge (PASL) gesetzt, die vom distalen Pol des Ossifikationskernes der Patella zu den proximalen Korticalis-Faserzügen an der Tibia im Tuberositasbereich gemessen wird, unter Subtraktion der Knorpeldicke der Patella ϵ und der Knorpeldicke der Tuberositas tibiae δ . Die Ermittlung der Faktoren ϵ und δ wird später noch genauer erörtert.

In der Gruppe der Jugendlichen vom 10. bis 13. Lebensjahr ist die Messung einfacher, da die Patella vollständig knöchern ausgebildet ist. Sie wird demnach auch genauer, da nur noch die röntgenologisch schwer erfaßbare Knorpeldicke an der Tuberositas tibiae vorhanden ist. Es findet in diesem Lebensabschnitt in der Regel die knöcherne Ausbildung der Tuberositas tibiae statt. So liegen entweder ein solitärer Knochenkern oder eine Knochenbrücke vom proximalen Tibia-Epiphysenkern her im Knorpel der Tuberositas tibiae eingebettet. Da diese röntgenologisch leicht erkennbar sind, können sie als distaler Bezugspunkt zur Messung herangezogen werden. Beiehlen dieser knöchernen Ausbildungen erfolgt die Messung wie in der ersten Gruppe.

Die dritte Gruppe beschreibt die Jugendlichen im Alter von 14 - 17 Jahren. In diesem Alter sind sowohl die Patella als auch die Tuberositas tibiae voll ausgebildet. Die Messung kann also wie beim Erwachsenen erfolgen. Sollte aber dennoch die Tuberositas tibiae nicht vollständig verknöchert sein, so werden die Meß-Methoden, wie vorher beschrieben, angewandt.

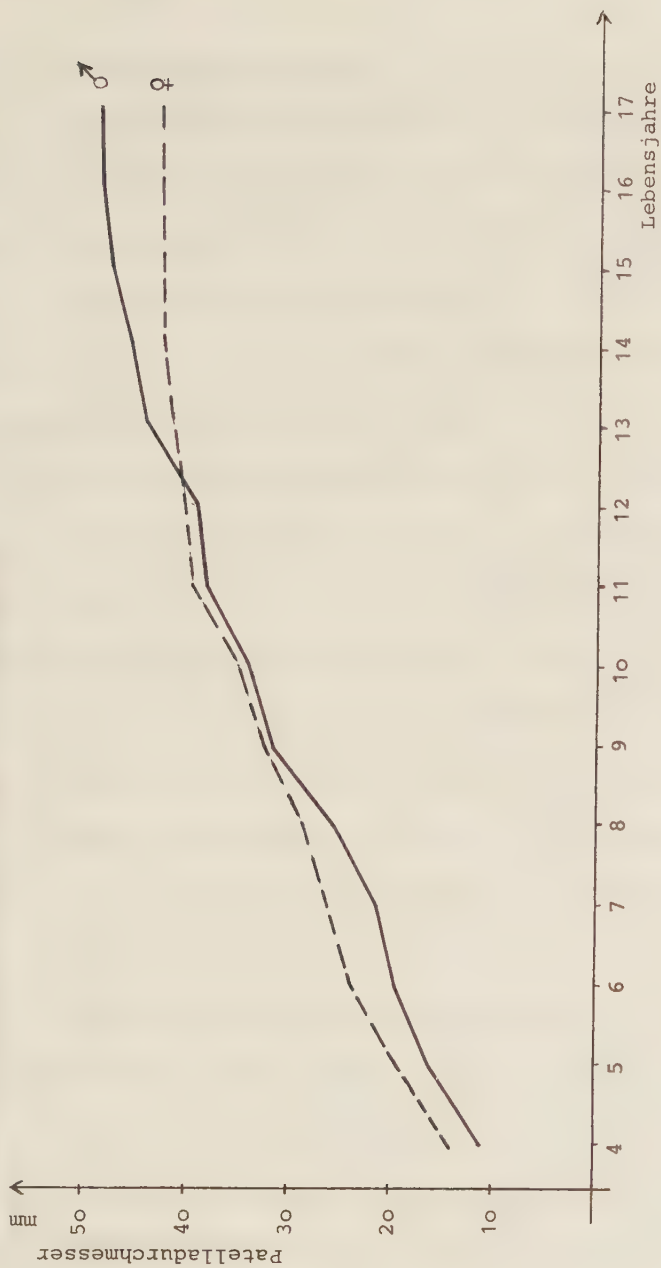
Das Wachstum der Patella ist vom Beginn der Verknöcherung bis zur endgültigen Größe verfolgt worden. Dabei ist eine lineare Patella-Größenzunahme bis zum 11. Lebensjahr erkennbar. Danach nimmt diese nur noch langsam zu, bis sie im 15. bis 16. Lebensjahr ihre Endform erreicht hat. Eine vergleichbare Untersuchung führten SCHMID und WEBER (28) durch, bei der annähernd die selben Werte gefunden wurden. Sie ermittelten allerdings im Durchschnitt kleinere Patellawerte. Dieser Unterschied erklärt sich wahrscheinlich aus der geringeren Anzahl von untersuchten Knien. Außerdem ist die Größenangabe mit dem 14. Lebensjahr beendet, wohl in der Annahme, daß in diesem Alter die Endgröße erreicht sei. Nach eigenen Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß bei den männlichen Jugendlichen die Patellaendgröße im 17. Lebensjahr, bei den weiblichen Jugendlichen im 15. Lebensjahr erreicht wird. Neben der Knochenmessung an der Patella führten wir noch die Knorpelmessung bis zum gänzlichen Verschwinden derselben durch. Dabei ergab sich eine konstante Knorpelzunahme bis zum 8. und 9. Lebensjahr. In einigen Fällen waren schon in diesem Zeitraum die Patellae vollständig knöchern ausgebildet. Wir können daraus folgern, daß die Patellagröße bis zum 9. Lebensjahr vom Knorpel bestimmt wird, hingegen im späteren Verlauf nur noch vom Knochen (Diagramm 1).

Diagramm 1 Wachstum des Ossifikationskernes (PAKnL) und des
Knorpels (PAKpL) der Patella bei Kindern
im Alter von 4 - 10 Jahren



Bei der Betrachtung der beiden Geschlechter fällt ein rascheres Wachstum der Patella bei Mädchen bis zum 12. Lebensjahr auf. Ab dem 13. Lebensjahr allerdings liegt bei den Jungen die Patella größer vor, was sich auch im Erwachsenenalter nicht mehr ändert (Diagramm 2). Dieses Wachstumsverhalten geht mit dem des Skelettes einher. Hierbei ist die Wachstumsge-
 schwindigkeit bei den Mädchen zwischen dem 9. - 12. Lebens-
 jahr, bei den Jungen zwischen dem 12. und 14. Lebensjahr
 am größten.

Diagramm 2. Patellawachstum bei Jungen ♂ und Mädchen ♀



Bedeutend schwieriger gestaltete sich die Bestimmung der Patellarsehnenlänge vor der Verknöcherung der Tuberositas tibiae. Um die tatsächliche Sehnenlänge ermitteln zu können, wurde die Länge an Leichenknien gemessen und bei gleichzeitig angefertigten Röntgenbildern diese Ergebnisse miteinander verglichen. Es ergaben sich annähernd die selben Werte. Diese Übereinstimmung wurde durch die genaue Untersuchung an der Tuberositas tibiae erzielt. Durch den histologischen Befund konnte die Befestigung der Patellarsehne am Knochen geklärt werden. Die Sehnenfasern setzen nicht nur am Knorpel, sondern auch am Knochen der Tuberositas tibiae an. Obwohl die Sehnenfasern am Knorpel zu enden scheinen, und diese Stelle als Primäransatz bezeichnet wird, zeigen sich im weiteren Verlauf der Fasern sogenannte Sekundärbündel, die eine spezielle Ansatzstruktur mit nochmaliger Änderung der Faserverlaufsrichtung, ähnlich einem räumlichen Gitter, zur Folge haben. Diese Ergebnisse decken sich mit denen anderer Autoren. BIERMANN (4) fand, daß die Sehnenstruktur, obwohl knöchern verändert, als Einstrahlungsknochen bis tief in das Knochenorgan hineinreicht. Die knöcherne Ausbildung der Tuberositas tibiae beeinflußt den Faserverlauf im Knorpel in keiner Weise. Die Osteocyten und Osteone des Knochenkerns lagern sich an die Fasern. Dabei bleiben noch einzelne Vakuolen bestehen. BIERMANN, SCHNEIDER (34) und PETERSEN (28, 29) beschreiben diese Zone als hydraulische Zugbremse. Weiter geben SCHNEIDER und PETERSEN genaue Auskunft über den Ansatz der Sehne am Knochen. " Im Laufe des Knochenwachstums wird das Knochengewebe den Sehnenfasern zu angebaut, wie es dem

Sehnenzug am besten entspricht. Daher ragen die papillenartigen Knochenfortsätze in genau der gleichen Richtung gegen die Sehne vor, in welcher die Sehnenbündel in die Insertionszone einstrahlen. Besonders eindrucksvoll zeigen das jene Ansatzstellen auf, in welchen die Sehnenfasern in sehr spitzem Winkel zur Knochenoberfläche in die Insertionszone eindringen, wie es am Ligamentum patellae der Fall ist." Diese knöcherne Ausrichtung auf den Sehnenzug ist auch im Röntgenbild deutlich erkennbar. Daraus darf gefolgert werden, daß die Patellarsehne im Tuberositas-Bereich an den in Sehnenrichtung verlaufenden Korticalis-Faserzügen ansetzt. Deshalb werden diese Faserzüge als distaler Meßpunkt der Patellarsehne gewählt. Die Dicke der darüberliegenden Knorpelzone wurde sowohl empirisch durch Messungen an Leichen-Knien, als auch röntgenologisch an weichen Aufnahmen ermittelt. Die Knorpeldicke der Tuberositas tibiae nimmt bis zum 9. Lebensjahr gleichmäßig zu. Danach hält sie ihre Größe bis zur Verknöcherung nahezu konstant. Mit der Ausbildung des Knochenkerns kann die Messung des Faktor 6 vernachlässigt werden, da nun der knöcherne Ansatz der Patellarsehne als distaler Meßpunkt dient.

Die Knorpelzone, die zwischen dem Knochen und der Sehne liegt, ist auch bei Erwachsenen vorhanden. Elektronenmikroskopische Untersuchungen von COOPER und MISOL (9) lassen erkennen, daß die Sehnenfasern durch eine Knorpelmatrix durchtreten, die als Relikt aus der knorpelig angelegten Tuberositas angesehen wird. Darüber hinaus ergaben die Arbeiten VIDEMANN (35), daß im Laufe des Knochenwachstums die Ansatz-

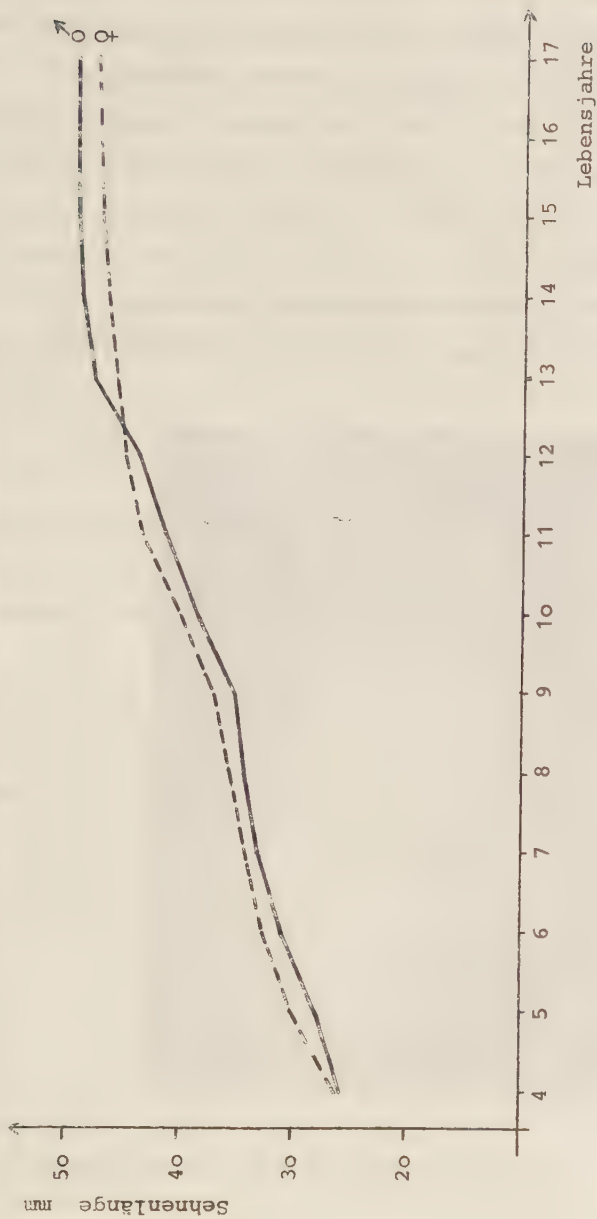
stelle der Patellarsehne an der Tibia sich topografisch nicht verändert. Wir können daraus schließen, daß das Ligamentum patellae sich nur in der Eigenlänge verändert, nicht aber durch eine wandernde Tuberositas.

Die Länge des Ligamentum patellae nimmt bis zum 12. und 13. Lebensjahr ständig zu und erreicht mit dem 14. Lebensjahr annähernd ihre Endlänge, so daß man ab diesem Zeitpunkt eine gleiche Sehnenlänge wie beim Erwachsenen vorfindet. Wie auch bei der Patellagrößenentwicklung zeigt sich auch hier, daß bei den Knaben ab dem 13. Lebensjahr die Patellarsehne länger ist als bei den Mädchen. Dies ist mit der größeren Körperlänge der Knaben gegenüber der Mädchen erklärt (Diagramm 3).

Bezüglich der Elastizität der Patellarsehne kann festgestellt werden, daß sich diese nur unwesentlich verändert und somit in der Betrachtung unberücksichtigt bleiben kann (BIERMANN).

Die endgültige Beurteilung der Patellastellung ist durch den Index gegeben, der sich durch das Verhältnis der Diagonallänge der Patella zu der Patellarsehnenlänge ($PAL : PASL$) ausdrücken läßt. Der nach INSALL-SALVATI bezeichnete Index ändert sich im Laufe des Körperwachstums nicht. Er bleibt somit stets konstant. Die Größenschwankungen, die bei den verschiedenen Wachstumsperioden vermutet werden könnten, betreffen die Patella und die Patellarsehne gleichzeitig, so daß die horizontale Patellastellung stets gleich bleibt. Wegen der oft nicht ganz exakt meßbaren Parameter bis zur

Diagramm 3 Fetellarsehnenwachstum bei Jungen ♂ und Mädchen ♀



Verknöcherung der Patella und Tuberositas tibiae, wird in diesen Lebensabschnitten die Patella-Stellung nicht ganz genau definierbar sein, allerdings läßt sich eine hochstehende Patella, wenn sie über dem Doppelt-s-Bereich liegt, diagnostizieren. In dem Krankenqu. fand sich eine 2 Jahre alte Patientin mit Poliomyelitis und einer Quadricepslähmung. Sie zeigt röntgenologisch einen auffallend großen Indexwert so daß eine Patella alta diagnostiziert werden konnte (Abb. 13). Die klinische Untersuchung ging mit der röntgenologischen konform.

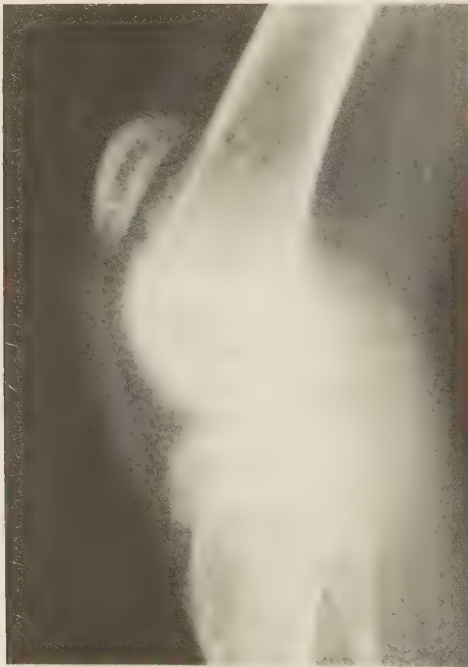


Abb. 13

Mädchen 8 J., Patella alta aufgrund einer Quadricepslähmung

Mit dem Abschluß der Verknöcherung der Patella gehen auch genauere Meßwerte einher. Die gleichen Meßverhältnisse wie beim Erwachsenen liegen ab dem 14. Lebensjahr, also nach der Verknöcherung der Patella und der Tuberositas tibiae vor. Eine Patella alta kann somit röntgenologisch exakt bestimmt werden.

In dem Patientengut fand sich ein 16-jähriger Junge, der seit über einem Jahr über dumpfe, nicht genau lokalisierbare Schmerzen im Kniegelenk klagte. Anamnestisch fand sich weder ein direktes noch ein indirektes Trauma. Die klinische Untersuchung ergab einen retropatellaren Druckschmerz und einen Ruheschmerz bei länger gebeugtem Knie, wie sie für eine Chondromalacia typisch sind. Röntgenologisch ließ sich eine hochstehende Patella mit einem Index von 1,4 , sowie eine Osteochondritis dissecans im distalen Patellabereich feststellen (Abb.14). Aufgrund der bestehenden Beschwerden wurde der Patient einer Operation unterzogen, in deren Verlauf sich eine ausgedehnte Chondromalacia patellae 2. - 3. Grades mit einem osteochondrotischen Dissekat zeigte (Abb.15). Darüber hinaus fand sich eine ausgeprägte Begleitsynovitis (Abb.16). Es kann in diesem Fall angenommen werden, daß die Chondromalacia patellae die Folge einer hochstehenden Patella war.



Abb.14

Junge 16 J., Patella alta mit einer Osteochondritis dissecans
im distalen Patellabereich



Abb. 15

Junge 16 J., Operationssitus, zerklüftete Patellagelenkfläche
im Sinne einer Chondromalacia 3. Grades

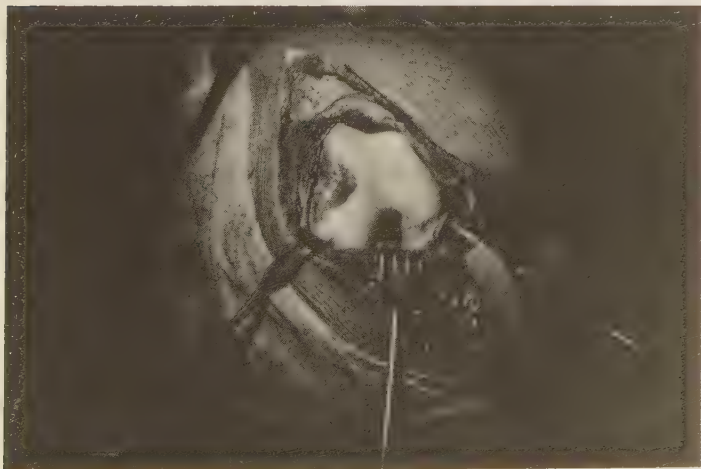


Abb. 16

Junge 16 J., Operationssitus, Begleitsynovitis am lateralen
Femurcondylus

4. Zusammenfassung

Aufgrund röntgenologischer und anatomischer Untersuchungen läßt sich feststellen, daß die Patellahöhe auch am wachsenden Skelett röntgenologisch diagnostiziert werden kann. Der INSALL-SALVATI-Index ist vom Kindes- bis zum Erwachsenenalter nahezu konstant und beträgt im Mittel $1,10 \pm 0,2$. Vor der Patellaverknöcherung im 9. Lebensjahr geben sich größere Schwankungsbreiten. Nach vollständiger Verknöcherung der Patella im 10. Lebensjahr wird der Index genauer und kann nach Verknöcherung der Tuberositas tibiae im 14. Lebensjahr exakt definiert werden.

Es erscheint wichtig, röntgenologisch die horizontale Lageabweichung der Patella frühzeitig festzustellen, um Schäden im femoropatellaren Gleitlager verhindern zu helfen, zumal hinreichend bekannt ist, daß die Patella alta eine Ursache für die Chondromalacia ist und damit eine Präarthrose darstellt. Es sollten deshalb bei Jugendlichen über 14 Jahren mit der exakten Diagnose Patella alta Überlastungen vermieden und bei eventuell bestehenden Beschwerden noch vor dem Epiphysenschluß operativ normale femorpatellare Gelenkverhältnisse hergestellt werden.

5.Literaturnachweis

- 1 ANDERSEN, P.T.: Congenital deformities of the knee joint in dislocation of the patelle and achondroplasia. Acta orthop. scand. 28,27-50, 1959
- 2 BANDI, W.: Vorverlagerung der Tub. tibiae bei Chondromalacia patellae und femoropatellarer Arthrose. Hefte zur Unfallheilkunde 127, 175- 186, 1976
- 3 BANDI, W.: Chondromalacia patellae und femoropatellarer Arthrose. Helv. chir. Acta Suppl. 11 1972
- 4 BIERMANN, H.: Die Knochenbildung im Bereich periostaler-diaphysärer Sehnen und- Bandansätze. Z.f. Zellforschung 46,635-671, 1957
- 5 BLUMENSAAT, C.: Die Lageabweichungen und Verrenkungen der Kniescheibe. Ergbn. Chir. 31, 183, 1938
- 6 BOON-ITT, S.B.: The normal Position of the Patella. Amer.I.of Roentgenology 24, 389, 1930
- 7 BRATTSTROEM, H.: Shape of the intercondylar groove, normally and in recurrent dislocation of the patella. Acta. Chir. scand Suppl. 68, 1964
- 8 BRATTSTROEM, H.: Patella alta in non - dislocating knee joint. Acta orthop. scand. 41, 578 - 588, 1970

- 9 COOPER ,R.R., MISOL,S.: Tendon and Ligament Insertion. I. of Bone a. Joint Surg. 52- A, 1-20, 1970
- 10 COTTA, H.; PUHL, W.: Pathophysiologie des Knorpelschadens. Hefte zur Unfallheilkunde 127, 1 - 19, 1976
- 11 DEBRUNNER, H.U.: Einige Probleme der Pathogenese und Therapie der sog. habituellen Patellarluxation. Wiederherstellungschir. und Traum. 4, 109 - 125, 1957
- 12 FICAT, P.: Pathologie fémoro -patellaire. Masson & Cie., Paris 1970
- 13 FÜRMAIER, A.: Beitrag zur Ätiologie der Chondro-pathia patellae. Archiv orthop. und Unfallchir. 46, 178, 1953
- 14 FÜRMAIER, A.: Beitrag zur Mechanik der Patella und des Kniegelenks. Archiv. Orthop. und Unfallchir. 46, 78, 1953
- 15 FÜRMAIER , A.: Beitrag zur Ätiologie und Therapie der habituellen kongenitalen Patellarluxation. Archiv orthop. Unfallchir. 46, 380, 1954
- 16 HENKE , H.R. : Rezidivierende Patellaluxationen und Präarthrose des Patello-Femoralgelenkes. Z.orthop. 111, 523 - 525, 1973
- 17 HENKE, H. : Patellaluxationen. Archiv orthop. Unfallchir. 69, 1 - 11, 1970
- 18 HUGHSTON, I.C.: Subluxation of the Patella. I. Bone a. Joint Surg. 50 - A, 1003, 1968

19 INSALL, I.; SALVATI ,E. : Patella Position in the normal Knee Joint. Radiology 101, 101 - 104, 1971

20 INSALL, I., GOLDBERG, V. , SALVATI, E.: Recurrent Dislocation and high-riding Patella. Clin. Orthop. a. rel. Research 88, 67 - 69, 1972

21 JACOBSON K., BERTHEUSSEN, K.: The vertical Location of the patella. Acta orthop. scand. 45, 436- 445, 1974

22 v.LANZ, WACHSMUTH .: prakt. Anatomie, Bein u. Statik, Springer Verlag 1972

23 LAURIN, C.A., LABELLE, H.: Radiological investigation of the normal and abnormal Patella. Paper presented at Canadian Orthop. Assc. Meeting St. Johns, Newfoundland, 1974

24 LOFF, P., FRIEDEBOLD, G.: Die habituelle Patellarluxation als präarthrotische Deformität. Ergebn. d. Chir. 52, 60 - 80, 1969

25 OUTERBRIDGE, R.E.: The etiology of chondromalacia patellae. I. Bone Joint Surg. 43- 8, 752, 1961

26 OUTERBRIDGE, R.E.: Further studies on the etiology of chondromalacia patellae. I. Bone-Joint Surg. 46, 179, 1964

27 OUTERBRIDGE , R.E., DUNLOP A.Y.: The Problem of Chondromalacia Patellae. Clin. orthop. and related Research 110, 177 - 196, 1975

28 PETERSEN, H.: Histologie und mikroskopische Anatomie, München. I.F. Bergmann 1924

29 PETERSEN , H.: Die Organe des Skelettsystems. In Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. 1930

30 RÜTT A.: Die Pathomechanik der Patellaluxation Arch. orthop. Unfall Chir. 81, 169 -175, 1975

31 RÜTT A.: Zur Pathogenese der Patellaluxation Arch. orthop. Unfall Chir. 1, 353- 362, 1967

32 SCHMID, WEBER; Röntgendiagnostik im Kindesalter. München, Bergmann 1955

33 SMILLIE.:Injuries of the Knee Joint, Edinburgh, Livingstone 4 th ed 1971

34 SCHNEIDER, H.: Zur Struktur der Sehnenansatzzonen. Z.f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte 119, 431 - 456, 1956

35VIDEMANN,T.: An experimental study of the effects of growth on the relationship of tendons and ligaments to bone at the site of disphysal Insertion. Acta. orthop. scand. Supp. 131, 1 - 22, 1970

36 WIBERG, G.: Röntgenographic and anatomic studies of the femoropatellar Joint with spezial reference to Chondromalacia patellae. Acta orthop. scand. 12, 319, 1941

Lebenslauf

Geboren: 26.11.1946 in München

Eltern: Karl Kolb, Dipl. Ing
Dr. med. Dora Kolb, geb. Zirker, prakt. Ärztin

1953-1957 Volksschulbesuch in Lenggries

1957-1966 Oberrealschule Bad Tölz

1966-1967 Realgymnasium Bad Aussee/Österreich

27.6.1967 Erlangen des Reifezeugnisses

WS 67-WS 69 Medizinstudium an der Universität Graz/Österreich

SS 70 Medizinstudium an der Universität Innsbruck /Österr.

14.7.1970 Ärztliche Vorprüfung

WS 70-SS 74 Klinische Semester an der Ludwig Maximilian Universität München

7.8.1974 Ärztliche Prüfung an der LMU München

16.9.74- Medizinalassistent in der Chirurgie im KH Erding

25.1.75

25.8.75- Medizinalassistent in der Inneren Medizin im KH

25.1.76 der Barmherzigen Brüder München

1.5.76- Medizinalassistent an der Poliklinik für Sportver-

2.8.76 letzungen des Klinikums re. der Isar München

3.8.1976 Approbation als Arzt

3.8.76- Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Sport-

verletzungen der Technischen Universität München

